

⑤

Int. Cl. 2:

H 02 H 7-127

①⑨ BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES



PATENTAMT

DT 23 49 161 A1

⑪

Offenlegungsschrift 23 49 161

⑫

Aktenzeichen:

P 23 49 161.4

⑬

Anmeldetag:

29. 9. 73

⑭

Offenlegungstag:

10. 4. 75

⑳

Unionspriorität:

②② ③③ ③① —

⑤④

Bezeichnung:

Anordnung zum Schutz eines von einem Gleichspannungszwischenkreis gespeisten selbstgeführten Wechselrichters

⑦①

Anmelder:

Brown, Boveri & Cie AG, 6800 Mannheim

⑦②

Erfinder:

Brenneisen, Jörg, Dipl.-Ing., 6800 Mannheim

DT 23 49 161 A1

ERBEN, ROVERI & CIE - AKTIENGESellschaft
MANNHEIM

BRUNNEN

Mp.-Nr. 637/73

Mannheim, den 21. Sept. 1973

PAT- Mn/Fl.

"Anordnung zum Schutz eines von einem Gleichspannungszwischenkreis gespeisten selbstgeführten Wechselrichters."

Die Erfindung bezieht sich auf eine Anordnung zum Schutz eines von einem Gleichspannungszwischenkreis gespeisten selbstgeführten Wechselrichters, wobei der Gleichspannungszwischenkreis wenigstens eine Glättungs-drossel und wenigstens einen Glättungskondensator aufweist und beim Auftreten einer Durchzündung in einem Ventilzweig des Wechselrichters alle Wechselrichterventile (Lastventile oder zusätzliche Hilfsventile) gleichzeitig mit einem Zündimpuls beaufschlagt werden, wodurch der Glättungskondensator mit den Induktivitäten des Wechselrichters bei gleichzeitig gezündeten Wechselrichterventilen einen Schwingkreis bildet.

Ein wichtiges Problem bei selbstgeführten Wechselrichtern ist der Schutz des Wechselrichters bei Störungen, insbesondere bei sogenannten Durchzündungen. Bei einer solchen Durchzündung werden die Ventile eines Ventilzweiges gleichzeitig leitend, was einen Kurzschluß des Gleichspannungszwischenkreises bewirkt, der infolge Energienachlieferung aus der Gleichspannungsquelle nicht ohne besondere Maßnahmen unterbrochen werden kann, weil die Ventile im leitenden Zustand verharren, solange ein Stromfluß in Durchlaßrichtung vorhanden ist.

Daher muß gewöhnlich die Spannung des Gleichspannungszwischenkreises abgeschaltet werden, bevor die gezündeten Ventile wieder sperren und normal weiter arbeiten können.

- 2 -

Ein besonderes Problem stellt dabei die im Glättungskondensator gespeicherte Energie dar. Bei einer Durchzündung kann sich nämlich der Glättungskondensator über die relativ kleinen Induktivitäten (niedriger Wellenwiderstand) entladen, was zu hohen Kurzschlußströmen führt. Da außerdem die Dämpfung dieser Schwingkreise relativ klein ist, stellen diese Ströme eine Gefährdung für die Leiter und die Ventile im Stromkreis dar.

Es sind nun verschiedene Anordnungen bekannt, die Energie und damit den Kurzschlußstrom auf möglichst viele Haupt- oder zusätzliche Hilfszweige zu verteilen:

- a) Zünden aller parallelen Lastthyristoren,
- b) zusätzliches Parallelschalten und Zünden von Entlastungthyristoren,
- c) Kurzschlußthyristor.

Hierbei kann man grundsätzlich folgende Verfahren unterscheiden:

1. Alle genannten Ventile werden mit einem langen Zündimpuls (Dauerimpuls) gezündet, wodurch sich die gesamte im Glättungskondensator gespeicherte Energie in den Leitern und den Ventilen der Schaltung in einer gedämpften Schwingung abbaut und diese Elemente erwärmt.
2. Man zündet die genannten Ventile mit einem kurzen, abschaltbaren Zündimpuls (Kurzimpulsverfahren), wodurch die Thyristoren in der zweiten Stromhalbschwingung, welche über die Dioden geht, wieder ihre Löschfähigkeit erlangen können. An den Thyristoren baut sich dann wieder eine positive Sperrspannung auf.

All den genannten Verfahren ist nun gemeinsam, daß sie im Prinzip nur den Entladestrom des Glättungskondensators auf möglichst viele Zweige verteilen, ohne dabei auch wirkungsvoll

- 3 -

509815/0664

- 8 -
. 3 .

die Energie in einem stärkeren Maß als durch die in den Kreisen sowieso vorhandene natürliche Dämpfung abzubauen. Insbesondere bei Anordnungen großer Leistung ist diese natürliche Dämpfung aber in der Regel sehr klein.

Die Erfindung stellt sich nun die Aufgabe, dem Glättungskondensator schnell und wirksam Energie zu entziehen, wodurch die zweite Stromhalbschwingung, aber auch alle folgenden, gedämpft werden, d.h. eine geringere Amplitude haben.

Dies wird bei einer Anordnung der eingangs genannten Art dadurch erreicht, daß zusätzlich ein dem Glättungskondensator parallel geschalteter Zweig vorgesehen ist, der aus einer in Serie mit einem ohmschen Widerstand geschalteten Diode besteht, die in Sperrichtung zur normalen Polung des Gleichspannungszwischenkreises geschaltet ist und die nach der schwingungsbedingten Umpolung des Glättungskondensators im Störungsfall im Verlauf dieser Halbschwingung eine elektrisch leitende Verbindung zwischen den Polen des Glättungskondensators herstellt.

Dadurch wird dem Kreis ab dem Maximum der ersten Entladehalbschwingung des Stromes (=Spannungsnulldurchgang) auf sehr wirksame und einfache Art Energie entzogen, so daß alle folgenden Stromhalbschwingungen wesentlich kleiner werden als ohne diese Zusatzeinrichtung.

Außerdem wird dadurch erreicht, daß der Glättungskondensator auf Spannungswerte zurückschwingt, die wesentlich kleiner sind als der Ausgangswert. Dies ist besonders vorteilhaft bei Anwendung eines Schutzverfahrens, das bereits oben beschrieben wurde und als Kurzimpuls bezeichnet wurde.

Vorteilhafterweise ist der Wert des Widerstandes in Reihe mit der Diode veränderlich, so daß vorgebbare Dämpfungswerte für die auftretenden Schwingungen eingestellt werden können.

- 4 -

509215/0664

Die Erfindung wird anhand eines schematischen Ausführungsbeispiels anhand von Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigen

Fig. 1 eine Schaltungsanordnung mit der erfindungsgemäßen Anordnung,

Fig. 2 das Diagramm der auftretenden Spannungen und Ströme mit verschiedenen Dämpfungswerten (verschiedenen Widerstandswerte) als Parameter.

Fig. 1 zeigt das Prinzipschaltbild eines dreiphasigen selbstgeführten Wechselrichters (hier eine sogenannte sperrspannungsfreie Anordnung) mit den verschiedenen genannten bekannten Überstromschutzeinrichtungen sowie der erfindungsgemäßen Anordnung. Die Kommutierungseinrichtungen sind nicht eingezeichnet, da sie für die Erläuterung der erfindungsgemäßen Anordnung nicht wesentlich sind. Dafür sind die Lastthyristoren als abschaltbare Thyristoren mit zwei Querstrichen versehen. Im Regelfall werden bei einer solchen Schaltungsanordnung nicht alle Schutzeinrichtungen gleichzeitig vorhanden sein. Für die Erläuterung sind sie jedoch hier alle angegeben.

Eine Gleichspannungsquelle 2 (die z.B. aus einer ungesteuerten Gleichrichterbrücke gebildet sein kann) speist über eine Glättungsdrossel 3 den Glättungskondensator 7, dem die erfindungsgemäße Anordnung parallel geschaltet ist, die aus einem in Reihe mit einer Diode D geschalteten ohmschen Widerstand R besteht, wobei die Diode in Sperrrichtung geschaltet ist. Dem Kondensator ist ferner als bekannte Schutzeinrichtung ein aus der Induktivität 5 und dem Thyristor 17 bestehender Kurzschließer parallel geschaltet. Der nachgeschaltete dreiphasige selbstgeführte Wechselrichter besteht pro Phase aus den Induktivitäten 8a, 8b bzw. 9a, 9b bzw. 10a, 10b, den Lastthyristoren 11, 14 bzw. 12, 15 bzw. 13, 16 sowie den den Lastthyristoren unmittelbar antiparallel geschalteten Lastdioden 11a, 14a bzw.

12a, 15a bzw. 13a, 16a. Den Lastthyristoren ist als weitere bekannte Schutzmaßnahmen ein aus dem Thyristor 26 bzw. 27 bzw. 28 bestehender Entlastungszweig parallel geschaltet. Der Ausgang des Wechselrichters führt an die Phasen R, S, T.

Die Schaltung arbeitet nun wie folgt:

Die Thyristoren 11 bis 16, sowie 17, 26, 27 und 28 sind mit einem (nicht gezeigten) Steuergerät verbunden, das im Normalbetrieb des Wechselrichters die Thyristoren 11 bis 16 in bekannter Weise ansteuert. Die Thyristoren 17, 26, 27 und 28 bleiben in gesperrtem Zustand. Beim Auftreten einer Durchzündung werden gleichzeitig alle Thyristoren 11, 16 bzw. 12, 15 bzw. 13, 16 der Wechselrichterzweige gezündet.

Je nach gewählter Schutzmaßnahme können auch der Thyristor 17 im Kurzschließer und/oder die Thyristoren 26, 27 und 28 der Entlastungszweige gezündet werden. Dabei entlädt sich der Glättungskondensator 7, und im Laufe der Ausgleichsschwingung zwischen Glättungskondensator 7 und den Induktivitäten 5, 8a bis 10a, 8b bis 10b polt sich der Glättungskondensator um und entlädt sich dann wiederum in umgekehrter Richtung über die den Thyristoren antiparallel geschalteten Dioden 11a bis 16a. Ohne die erfindungsgemäße Anordnung stellt sich für den Entladestrom i_s und die Spannung u_c des Glättungskondensators etwa ein Verlauf für $D = 0,01$ aus Fig. 2 ein. Der Strom i_s teilt sich dabei im Verhältnis der Leitwerte auf die einzelnen parallelen Zweige auf. Die Dämpfung der Schwingung ist praktisch nur durch die natürliche, in der Schaltungsanordnung vorhandene Dämpfung gegeben. Zündet man die Thyristoren mit einem langen Impuls (Dauerimpuls), so ergibt sich eine schlecht gedämpfte Entladeschwingung des Kondensators. Wie aus Fig. 2 zu erkennen, haben dabei auch die auf die erste Halbschwingung folgenden Stromhalbschwingungen noch erhebliche Amplituden. Dabei belasten die positiven Halbschwingungen 1, 3, usw. die Thyristoren, die negativen Halbschwingungen 2, 4 usw. die Dioden. Da-

- 6 -

- 6 -

durch werden sowohl die Thyristoren als auch die Dioden durch ein hohes Lastintegral beansprucht. Insbesondere die Dioden können hierbei gefährdet werden, da sie häufig für eine geringere Belastung als die Thyristoren ausgelegt sein können und dadurch auch eine geringere Überlastungsfähigkeit haben.

Zündet man die Thyristoren nur mit einem kurzen Impuls, der dann abgeschaltet wird, so erreichen die Lastthyristoren während der über die Dioden fließenden Stromhalbschwingung 2 ihre Sperrfähigkeit wieder. Der während der Halbschwingung 2 über die Dioden fließende Strom ist, ohne die erfindungsgemäße Anordnung, in der Regel wesentlich größer, als es zum Löschen der Lastthyristoren eigentlich notwendig wäre. Zum Zeitpunkt t_2 , wenn der Diodenstrom zu null geworden ist, baut sich an den Lastthyristoren die positive Sperrspannung wieder auf, auf die sich der Glättungskondensator wieder aufgeladen hat. Infolge der geringen Dämpfung des Kreises erreicht die Spannung ohne die erfindungsgemäße Anordnung - Werte in der Höhe der Betriebsspannung, wie ebenfalls Fig. 2 zu entnehmen ist.

Mit den erfindungsgemäßen Anordnungen lassen sich nun folgende Vorteile erzielen:

1. Bei Anwendung eines langen Zündimpulses werden alle Ventile strommäßig wesentlich entlastet. Dies gilt sowohl für die Dioden als auch für die Thyristoren.
2. Bei Anwendung eines sogenannten Kurzimpulses werden einerseits die Dioden entlastet - wobei der Widerstand so eingestellt werden kann, daß noch eine sichere Löschung der Hauptthyristoren erreicht wird - andererseits wird auch die wiederkehrende Spannung für die Lastthyristoren wesentlich verringert.

Wie ebenfalls aus Fig. 2 entnommen werden, werden diese Vorteile erkauft um den geringen Nachteil, daß die erste Stromhalbschwingung etwas länger wird als es ohne die erfindungsgemäße Anordnung der Fall wäre. Doch ist die hierdurch be-

- 7 -

509815/0664

- 7 -
7.

dingte Belastungserhöhung geringfügig und wird durch die genannten Vorteile weit überkompensiert.

Für die Dimensionierung des Widerstandes R sind folgende Kriterien maßgeblich:

1. Die Dämpfung soll möglichst groß sein.
2. Für die Dimensionierung der Entlastungsdiode D will man mit einem möglichst kleinen Bauelement auskommen.
3. Bei Anwendung des Kurzimpulsverfahrens soll die Löschung der Lastthyristoren noch sicher gewährleistet sein und die zum Zeitpunkt t_2 wiederkehrende Spannung soll möglichst gering sein.
4. Die Erhöhung der Belastung in den Thyristoren in der ersten Halbschwingung durch die Verlängerung der Schwingungsdauer soll möglichst gering sein.

Wie man anhand der Parameter in Fig.2 erkennen kann, sind diese Forderungen zum Teil gegenläufig. Ein günstiger Kompromiß stellt jedoch die Dimensionierung des Widerstandes für eine Dämpfung von $D \approx 0,5$ dar.

Die Dämpfung ist dabei wie folgt definiert:

$$D = \frac{1}{2R} \sqrt{\frac{L}{C}}$$

Dabei ist für C der Wert des Glättungskondensators 7 einzusetzen, für L der Induktivitätswert der resultierenden Summe der Induktivitäten von 8a und 8b bzw. 9a und 9b bzw. 10a und 10b und für R der verstellbare Widerstand.

Neben den beschriebenen Vorteilen zeichnet sich die erfindungsgemäße Anordnung dadurch aus, daß sie sehr einfach in der Anwendung ist und aus rein passiven Bauelementen aufgebaut ist.

- 8 -

- 9 -

Daneben bietet sie - abgesehen von den Dioden im eigentlichen Wechselrichter - einen Schutz gegen Falschpolung des Glättungskondensators 7, was besonders wesentlich ist, wenn dies ein Elektrolytkondensator ist.

- 9 -

509815/0664

Patentansprüche

1. Anordnung zum Schutz eines von einem Gleichspannungszwischenkreis gespeisten selbstgeführten Wechselrichters, wobei der Gleichspannungszwischenkreis wenigstens eine Glättungs-drossel und wenigstens einen Glättungskondensator aufweist und beim Auftreten einer Durchzündung in einem Ventilzweig des Wechselrichters alle Wechselrichterventile (Lastventile oder zusätzliche Hilfsventile) gleichzeitig mit einem Zündimpuls beaufschlagt werden, wodurch der Glättungskondensator mit den Induktivitäten des Wechselrichters bei gleichzeitig gezündeten Wechselrichterventilen einen Schwingkreis bilden, dadurch gekennzeichnet, daß ein dem Glättungskondensator parallel geschalteter Zweig vorgesehen ist, der aus einer in Serie mit einem ohmschen Widerstand geschalteten Diode besteht, die in Sperrrichtung zur normalen Polung des Gleichspannungszwischenkreises geschaltet ist und die nach der schwingungsbedingten Umpolung des Glättungskondensators im Störfall eine elektrisch leitende Verbindung zwischen den Polen des Stützkondensators ab der zweiten Spannungshalbschwingung herstellt.

2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Widerstandswert des Widerstandes (R) zur Einstellung eines vorgebbaren Dämpfungswertes dient.

3. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Widerstandswert so gewählt wird, daß sich ein Dämpfungswert von $D \approx 0,5$ ergibt, wobei D wie folgt definiert ist:

$$D = \frac{1}{2R} \sqrt{\frac{L}{C}}$$

und für L und C die resultierenden Kapazitäts- bzw. Induktivitätswerte einzusetzen sind, die für die Schwingung maßgeblich sind.

509815/0664

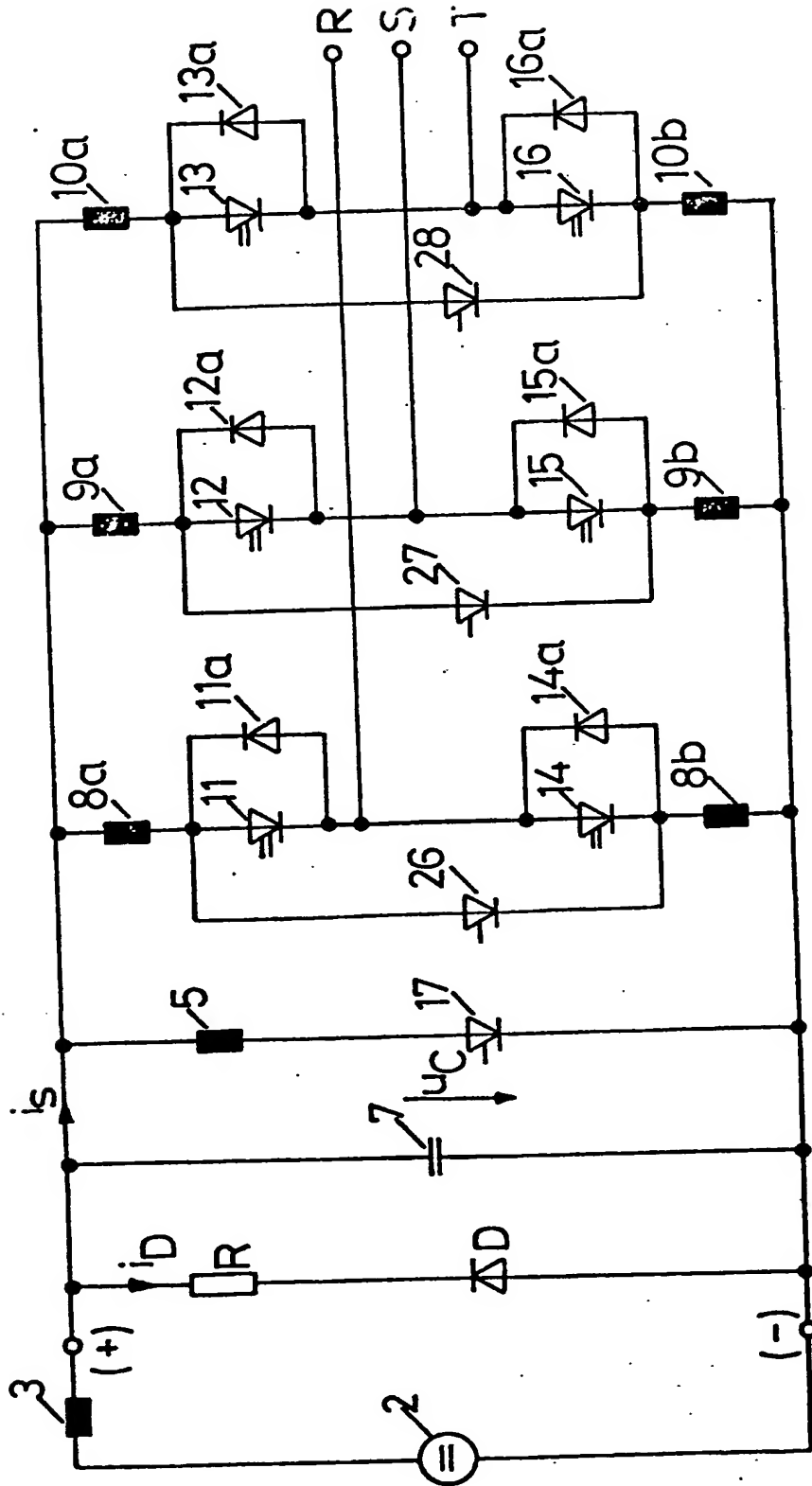


Fig.1

509815/0664

102H 7-14 AT: 20.09.1973 OT: 10.04.1975

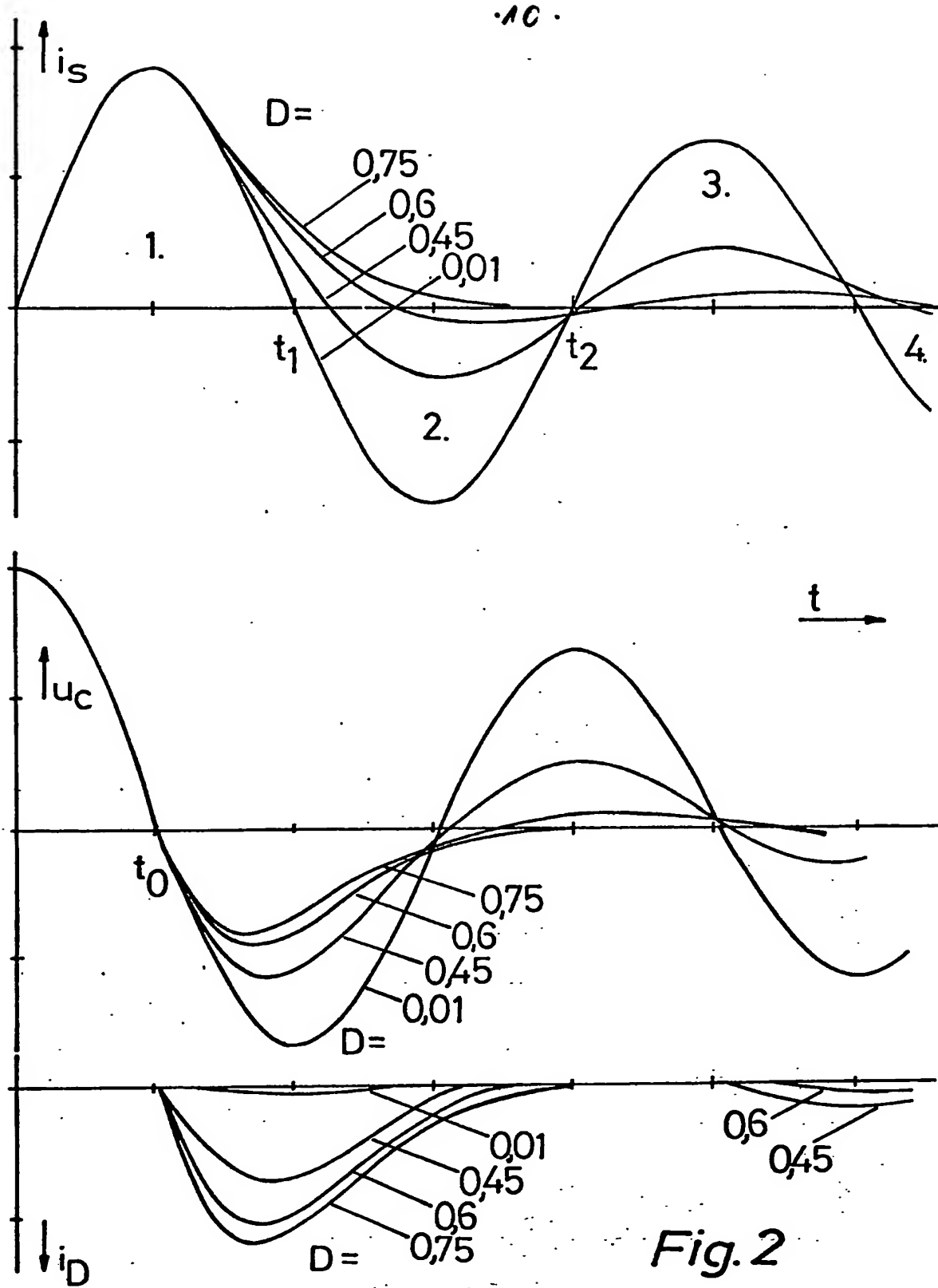


Fig. 2

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.